

UDK: 637.127.6

*Slavko Mirecki*¹

**SMANJENJE SADRŽAJA HOLESTEROLA U
MLJEČNIM PROIZVODIMA
DECREASE OF CHOLESTEROL IN MILK PRODUCTS**

Izvod

U radu su predstavljene metode koje su u svijetu i kod nas korišćene za smanjenje sadržaja holesterola u mlječnim proizvodima. Metode su podijeljene na fizičko-hemijske, biološke i mikrobiološke.

Ključne riječi: smanjenje holesterola, mlječni proizvodi, metode.

Abstract

The methods used for cholesterol decrease in milk products are presented in this paper.

Key words: decrease of cholesterol, milk products, methods.

UVOD

Sadašnji način života smanjio je fizičke aktivnosti, najefikasnijeg načina odstranjivanja viška holesterola iz organizma, na najmanju moguću mjeru. Stoga potrošači, naročito u urbanim sredinama, sve više daju prednost mlječnim proizvodima sa smanjenim količinama masti, holesterola i energije. Odstranjivanjem dijela ili potpunim odstranjivanjem masti iz mlječnih proizvoda odstranjuju se i senzorne osobine tih proizvoda poput mirisa i ukusa, što negativno utiče na njihovu prodaju. Zato je od velikog značaja pronaći odgovarajuću metodu za eliminisanje ili smanjenje holesterola u mlječnim proizvodima a da pri tome ne dođe do negativnog uticaja na senzorne osobine istih.

Cilj rada je da se predstave dosadašnja dostignuća u smanjenju holesterola u mlječnim proizvodima.

¹ Dr Slavko Mirecki, Biotehnički institut Podgorica

METODE ZA SMANJENJE SADRŽAJA HOLESTEROLA U MLJEČNIM PROIZVODIMA

Sadržaj holesterola u mlijeku i mliječnim proizvodima poput jogurta, posnih sireva i drugih niskomasnih proizvoda, je veoma nizak. Tako konzumiranje ovih proizvoda, čak i u enormnim količinama, ne može bitno uticati na povećanje koncentracije holesterola u krvi. Zato nema svrhe uklanjati holesterol iz mlijeka i niskomasnih mliječnih proizvoda (Vujičić i sar., 1992). U toku prerade mlijeka ne dolazi do cijepanja adsorpcionog sloja masne kapljice, tako da holesterol iz mlijeka prelazi zajedno sa mastima u mliječne proizvode (Vujičić i sar., 1996). Stoga, konzumiranje većih količina punomasnih mliječnih proizvoda (sir, pavlaka, kajmak - skorup i maslac), može biti rizično po zdravlje, jer se na taj način u organizam unose veće količine mliječne masti, a samim tim i holesterola.

Renner (1983), takođe smatra da visok sadržaj holesterola u punomasnim mliječnim proizvodima (sir 100mg/100g, pavlaka 90mg/100g, maslac 230mg/100g), kao i njihovo često konzumiranje, može da dovede do značajnog povećanja holesterola u krvnoj plazmi.

Zato je pronalaženje odgovarajuće metode smanjenja sadržaja holesterola iz punomasnih mliječnih proizvoda od izuzetnog značaja, naročito za prehrambenu industriju, medicinu i dr. Veliki trud je uloženi, i danas se ulaže, da se pronađu najefikasniji, ali i najprihvatljiviji načini smanjenja sadržaja holesterola u hrani.

S obzirom da se najveći dio holesterola mlijeka nalazi u masnoj kapljici, najjednostavniji metod smanjenja sadržaja holesterola bio bi separacija mliječne masti. Međutim, izdvajanjem mliječne masti iz proizvoda umnogome se smanjuje kvalitet proizvoda, gube se punoća ukusa i prijatan miris, pa takvi proizvodi nisu interesantni za tržište. Zato je potrebno razviti metode kojima se može smanjiti sadržaj holesterola u proizvodu, a da pri tome mliječna mast ostane u proizvodu nepromijenjena. Dosadašnje metode, koje su pokazale dobre rezultate u smanjenju sadržaja holesterola, mogu se podijeliti na fizičko-hemijske, biološke i mikrobiološke metode.

Fizičko-hemijske metode

Pri fizičko-hemijskim metodama holesterol u mliječnoj masti, najčešće pod uticajem različite temperature i pritiska, veže se sa različitim hemijskim jedinjenjima i zajedno sa njima izdvaja iz proizvoda.

Podstaknut uspjesima u odstranjivanju kofeina iz kafe i ekstrakcije ukusa hmelja pomoću superkričnog ugljen-dioksida (kritična temperatura;

31,3°C, kritičan pritisak: 73,8 bar), Bradly Jr., cit Schlimme (1990), sličnim postupkom, uspio je odstraniti do 90% holesterola iz mlječne masti.

Courregelonque i Maffrand (1987) su, postupkom koji se zasniva na frakcionoj kristalizaciji mlječne masti, dobili dvije frakcije: gliceride mlječne masti sa niskom tačkom topljenja (oleinska frakcija) i gliceride mlječne masti sa visokom tačkom topljenja (stearinska frakcija). Najveći dio holesterola se koncentriše u oleinskoj frakciji, dok u stearinskoj frakciji ostane ispod 10% holesterola.

Jedan od načina odstranjivanja holesterola je dodavanje granuliranog ili aktivnog ugljenika u maslac (Keen, cit. Schlimme, 1990). Pri tome se maslac rastopi na temperaturi od 70 do 90 °C, mlječna mast u tečnom stanju vezuje se za adsorbenta, pa holesterol zajedno sa aromom i bojom biva odstranjen iz mlječne masti vezivanjem za čestice ugljenika. Poslije tretmana, aroma i β -karotin se vraćaju u maslac iz kojeg je već odstranjeno oko 90% holesterola.

Schlimme (1990) utvrdio je da je holesterol pogodan za tretman sa vodenom parom, tzv. "Steam stripping" tehnologijom. Holesterol postaje rastvorljiv kada se tretira vodenom parom, pa ga je tom metodom moguće ukloniti iz mlječne masti. Uklanjanje se postiže tako što se holesterol iz otopljene anhidrične mlječne masti (masla), pod vakuumom ekstrahuje u protustrujnom protoku vodene pare, a zatim se odstranjuje u kondenzatu. Tom metodom može se ekstrahovati više od 90% holesterola iz mlječne masti, ali se pri tome nepovratno uklanjaju i ukus i miris proizvoda.

Ekstrakcija holesterola pomoću β -ciklodekstrina, koju su izvršili Oakenfull i sar. (1991), pokazala se izuzetno pogodnom i efikasnom. Metoda se zasniva na specifičnoj osobini β -ciklodekstrina da sa holesterolom gradi nerastvorljiv kompleks, koji se poslije lako uklanja. β -ciklodekstrin je ciklični oligosaharid, čijih 7 molekula glukoze formira prsten. Šupljina prstena je hidrofobna, ima poseban afinitet prema molekuli holesterola i pošto veličina šupljine odgovara veličini molekule holesterola, ona se lako inkorporira u šupljinu prstena. Na taj način nastaje nerastvorljiv kompleks β -ciklodekstrina, koji nije toksičan i njegova upotreba u prehrambenoj industriji je dozvoljena. Stoga je u Australiji patentiran postupak SIDOAKTM kojim se iz mlijeka i pavlake može odstraniti 80-90 % holesterola. Postupak je sljedeći: u mlijeko ili pavlaku dodaje se β -ciklodekstrin i miješa 10 minuta. Za ovo vrijeme holesterol i β -ciklodekstrin stupaju u reakciju i grade nerastvorljivi kompleks koji se odstranjuje običnim centrifugiranjem. Proces se odvija na $t < 10^{\circ}\text{C}$, tako da nema mikrobiološkog kvarenja, a maslac i sir napravljeni od mlijeka i pavlake obrađenih ovim procesom dobrog su ukusa i teksture.

Ekstrakcijom superkritičnim CO_2 , Shukla i sar. (1994) su frakciju mlječne masti obogaćenu visokotopivim trigliceridima rekombinovali u maslac. Ovakav proizvod, u poređenju sa maslacem sa tržišta, imao je veći

sadržaj nezasićenih masnih kiselina, visokotopivih triglicerida i beta karotina, veći intenzitet žute boje kao i niži sadržaj holesterola, što ga čini atraktivnijim za tržište od dosadašnjeg maslaca.

Biološke metode

Holesterol je moguće inaktivirati djelovanjem određenih enzima. Enzimi se direktno unose u određenu sredinu i pretvaraju aktivni kolesterol u biološki neaktivne i reapsorbijive proizvode.

Upotrebom enzima kolesterol reduktaze, Mc Donald, cit. Schlimme (1990), kolesterol u mliječnoj masti redukovao je do koprosterola. Organizam vrlo malo ili nikako ne reapsorbuje koprosterol. U drugoj metodi kolesterol je, fotometrijskim putem, redukovao do 7-dehidroholesterolu djelovanjem 7-dehidroholesterol reduktaze, a zatim do prekalCIFerola i vitamina D.

Gillespie i De Polo (1992) navode da enzim kolesterol reduktaza ima sposobnost redukcije holesterola u koprosterol koji je biološki neaktivan i ne resorbuje se u digestivnom traktu.

Holesterol je moguće modifikovati ili ukloniti i oksidativnim putem upotrebom enzima kolesterol oksidaza (Schlimme, 1990). Međutim, ovaj postupak nije pogodan jer se pri tome dobijaju toksični produkti.

Dodavanjem kolesterol oksidaze, Xiansheng (1990) je u mlijeku smanjio sadržaj holesterola do 65%, ali su se pri tome obrazovala neka toksična jedinjenja.

Testiranjem reaktivnost *Pseudomonas*, *Streptococcus* i *Rhodococcus* kolesterol oksidaza na kolesterol u mlijeku, Smith i sar. (1991) utvrdili su da je *Pseudomonas* kolesterol oksidaza značajno aktivnija od istih *Streptococcus* i *Rhodococcus* enzima. Maksimalno smanjenje holesterola (85% od početne vrijednosti) utvrđeno je nakon 96 sati.

Primjećeno je da u mliječnoj žlijezdi pod uticajem enzima kolesterol ester hidrolaze dolazi do smanjenja holesterola (West i Shand, 1991).

Navedene metode (osim SIDOAK^{MT}), i pored zadovoljavajućeg nivoa redukcije holesterola, nepogodne su za širu primjenu u prehrambenoj industriji. Razlog je što tokom podvrgavanja proizvoda ovim metodama proizvod ili gubi ukus, miris i boju ili nastaju nepoželjni, čak i toksični produkti.

Mikrobiološke metode

Mikrobiološke metode u suštini predstavljaju smanjenje sadržaja holesterola u mlijeku i mliječnim proizvodima aktivnošću mikroorganizama. Od izuzetnog je značaja da su mnogi mikroorganizmi mliječnokisele fermentacije, koji se prirodno nalaze u mlijeku i mliječnim proizvodima, pokazali sposobnost smanjenja sadržaja holesterola.

U maslacu i slanini, te svinjskoj i živinskoj masti, Siebel i Eyer (1990) su izolovali 16 sojeva bakterija koje razgrađuju, odnosno koriste holesterol kao ugljenikovo jedinjenje za izvor energije.

Utvrđeno je da humani fekalni izolati *L. acidophilus* imaju sposobnost asimilacije holesterola (Buck i Gilliland, 1994). U poređenju sa *L. acidophilus* ATCC 42121, koji je izolovan iz probavnog trakta svinja, 8 od 17 izolata je asimiliralo, brojčano, ali ne i statistički značajno, više holesterola.

Konзумiranje fermentisanih mliječnih proizvoda, koji su spravljani pomoću *S. thermophilus*, uzrokovalo je znatno smanjenje nivoa holesterola u serumu pacova u poređenju sa kontrolnom grupom (Rao i sar., 1981).

Ispitivanjem uticaja laktobacila na redukciju holesterola u krvnom serumu dvije grupe dječaka, Mott i sar., cit. Vujičić i sar. (1993b) su utvrdili da je prva grupa, koja je pila obično mlijeko, imala znatno veći sadržaj holesterola u krvnom serumu od druge, koja je pila mlijeko obogaćeno laktobacilima. Utvrđeno je da je nivo holesterola kod djece koja su u ishrani dobijala *Lactobacillus acidophilus* znatno smanjen u odnosu na nivo serum holesterola kod djece koja su hranjena sterilnom hranom (Harison i Peat, 1975). Prethodno su slične rezultate dobili i u eksperimentu sa kvočkama, gdje su jednoj grupi kvočki davali hranu u koju je umiješan *Lactobacillus acidophilus* a drugoj ne.

U cilju ispitivanja uticaja bifidobakterija na holesterol u humanoj populaciji kod zdravih osoba i osoba sa visokim nivoom holesterola u serumu krvi, Devečerski i sar. (1981) su osobama u kontrolnoj grupi davali 3 X 2 "LIOBIF" tablete dnevno u toku 6 nedjelja. Svaka tableta je sadržala 3 X 10⁸ vitalnih ćelija *Bifidobacterium bifidum*. Tretman sa tabletama živih ćelija *Bifidobacterium bifidum* pokazao je značajno smanjenje nivoa holesterola i triglicerida u serumu krvi kod osoba sa visokim nivoom holesterola, ali kod zdravih osoba, osoba sa normalnim nivoom holesterola u plazmi, nije imao uticaja.

Grunewald (1982, 1985), kao i Nielsen i Gilliland (1985) utvrdili su da pacovi hranjeni mlijekom fermentisanim *L. acidophilus-om* imaju niži nivo holesterola u serumu nego pacovi hranjeni kontrolnim mlijekom, tj mlijekom bez *L.acidophilus-a*.

U eksperimentu u kome su pratili uticaj tri jogurtne kulture na smanjenje holesterola u serumu, Jaspers i sar. (1984) su utvrdili da je dnevna konzumacija 681g jogurta u toku tri nedjelje rezultirala smanjenjem holesterola od 10-12%. Elinov (1985) je utvrdio da polisaharidi prisutni u mikroorganizmima kefir, osim što potpomažu vezivanje toksičnih materija, smanjuju količinu holesterola u krvi. U istraživanjima sa svinjama, kao modelima ishrane sa visokim nivoom holesterola, Gilliland i sar. (1985) su utvrdili da je nivo holesterola u serumu bio niži kod svinja koje su u hrani dobijale *L. acidophilus*, nego kod svinja hranjenih kontrolnim obrokom. Dodavanjem 15%

komercijalnog jogurta u hranu pacova, Ishida i Kubo (1985) su znatno smanjili nivo holesterola u krvnom serumu istih.

Pojedini sojevi *Lactobacillus acidophilus*-a na MRS agaru smanjuju holesterol od 30 do 80% i kao takvi uspješno se koriste za proizvodnju jogurta sa antiholesterolemičnim djelovanjem (Danielson i sar., 1987).

Ispitivanjem 12 kultura *L. acidophilus*, Gilland i Walker (1990) su utvrdili da sve kulture (neke više, neke manje) imaju sposobnost smanjenja sadržaja holesterola. Takođe su konstatovali da se nakon 14 sati razvoja kultura smanjenje holesterola kretalo od 10,9 do 55,5 mg/ml, a nakon 16 sati od 27,5 do 103,9 mg/ml.

Navedeni rezultati pokazali su da je moguće smanjiti sadržaj holesterola aktivnošću mliječnokiselih bakterija na sintetičkim podlogama. Novijim istraživanjima utvrđeno je da se slični rezultati mogu postići direktnom primjenom iste metode u mliječnim proizvodima.

Pri proizvodnji sira tipa domiati, Abuzeid (1992) je vršio zamjenu mlijeka za proizvodnju ovog sira sa određenim količinama mlaćenice (0, 20, 30, 40, 50 i 60%). Ovim sirevima hranio je pacove i ustanovio da je u krvnom serumu pacova došlo do smanjenja količine holesterola. Procenat smanjenja holesterola proporcionalan je sa povećanjem udjela mlaćenice.

Ispitujući aktivnu asimilaciju holesterola od strane *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Bifidobacterium bifidum* i *L. acidophilus*, Rašić i sar. (1992) su utvrdili da *L. acidophilus* pokazuje veću aktivnost pri smanjenju holesterola od ostalih kultura.

Da je moguće smanjiti sadržaj holesterola u mlijeku pomoću kefirnih kultura dokazali su Vujičić i sar. (1992a). Oni su poredili dvije starter kulture za proizvodnju kefira koje su u toku inkubacije smanjile sadržaj holesterola za 16,8% i 28,3%, a tokom zrenja od 48 sati obje kulture su smanjile sadržaj holesterola za oko 41%.

Svoja istraživanja Vujičić i sar. (1992b) proširili su tako što su poredili mogućnost smanjenja sadržaja holesterola u mlijeku korišćenjem 6 kefirnih kultura. Nivo smanjenja zavisio je od vrste kultura i kretao se: 22,1-62,5% tokom inkubacije, 28,4-69,8% nakon 24 sata, i 36,6-84,2% nakon 48 sati. Slična ispitivanja vršio je i Könyves (1993). On je ispitivanjem 6 različitih kefirnih kultura utvrdio da su sve pokazale sposobnost smanjenja holesterola u mlijeku. Količina asimiliranog holesterola, u prvih 24 h inkubacije na 20 °C, kretala se između 8 i 2,83 mg/dl, što je od 22,1 do 62,25% u odnosu na kontrolno mlijeko. Nakon 24 h skladištenja na 5 °C, utvrđeno je smanjenje holesterola od 3,63 do 8,35 mg/dl (28,4-69,8%), a nakon 48 h od 4,68 do 10,79 mg/dl (36,6-84,2%).

Marshall (1993) je utvrdio da fermentisani mliječni proizvodi (jogurt, meki sir, mlačenica, kefir i kumis) i njihova mikroflora predstavljaju polaznu tačku u cilju stvaranja novih proizvoda sa smanjenim sadržajem holesterola.

Uticaj mliječnog proizvoda "jogurt plus" na nivo holesterola u grupi osoba obolelih od dijabetesa ispitivali su Trbojević i sar. (1993). Ovaj fermentisani mliječni proizvod proizveden je od mlijeka sa 2% mliječne masti dodavanjem ABT kulture (*Lb. acidophilus*+*Str. thermophilus*+*Bifidobacterium sp.*). Pacijenti su 12 nedjelja, osim standardne dijete, dobijali i 3 x 200 ml "jogurt plusa" dnevno. Nivo holesterola i triglicerida je provjeravan na kraju 4, 8 i 12 nedjelje. Već poslije četvrtne nedjelje primjene proizvoda utvrđen je značajan pad nivoa holesterola i triglicerida u krvnom serumu ispitanika.

Djelovanjem na holesterol u mlijeku ekstracelularnim enzimskim kompleksima kefirnih, jogurtnih, acidofilnih i bifidobakterijskih kultura, Vujičić i sar. (1993a) utvrdili su da je moguće u velikom obimu smanjiti sadržaj holesterola u mlijeku. Pri tome je posmatran uticaj kulture, trajanja i temperature skladištenja, vrsta mlijeka i stepen homogenizacije, na intenzitet mikrobiološke redukcije holesterola.

U cilju utvrđivanja uticaja nekih faktora na intenzitet smanjenja holesterola u jogurtu, Könyves i sar. (1994a) ispitali su jogurt skladišten na 5 °C (kontrolna grupa) i 12-22 °C (ogledna grupa). Nakon prvog dana, smanjenje holesterola u kontrolnoj grupi se kretalo od 20,3 do 34,6%, a nakon drugog od 39,5 do 53,1%. U oglednoj grupi smanjenje holesterola prvog dana iznosilo je od 29,6 do 40,2%, a drugog od 40,2 do 55,8%. Sposobnost smanjenja holesterola različitih kombinacija jogurtnih kultura u jogurtu pri proizvodnim uslovima ispitivali su Könyves i sar. (1994b). Poslije prvog dana skladištenja smanjenje se kretalo u rasponu od 8,3 do 38,9%, poslije drugog dana od 32,2 do 69,2% i poslije petog od 42,3 do 73,4%. Kod jedne kulture nakon petog dana skladištenja zabilježeno je smanjenje od čak 90,3%.

Ispitivanjem mogućnosti smanjenja holesterola u pavlaci pomoću kefirnih kultura Vujičić i sar. (1994) su utvrdili da je nakon 24 sata inkubacije smanjenje holesterola bilo od 10,31 do 26,78%, nakon 48 sati od 23,03 do 39,39%, a u toku skladištenja od 8 dana došlo je do pada intenziteta smanjenja holesterola.

Uticaj 4 vrste jogurtnih kultura na smanjenje holesterola u jogurtu i kiseloj pavlaci ispitivali su Könyves i sar. (1995a). Smanjenje je praćeno prvog, drugog i petog dana skladištenja. Najviši procenat smanjenja kod svih ispitivanih kultura utvrđeni su poslije petog dana skladištenja, i to u jogurtu 73% a u pavlaci 76%.

Ispitivanjem 4 soja *Lactobacillus acidophilus* i kombinacije *Bifidobacterium bifidum* sa 2 vrste jogurtne kulture i sa *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* na intenzitet smanjenja holesterola u fermentisanom

mlijeku, Vujičić i sar. (1995a) su utvrdili da je nakon 48 sati *Lactobacillus acidophilus* smanjio sadržaj holesterola, u zavisnosti od soja, od 26 do 44%; *Bifidobacterium bifidum* + jogurtne kulture oko 39% i *Bifidobacterium bifidum* + *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* oko 35%. Vujičić i sar. (1995c) ispitivali su mogućnost smanjenja holesterola u mliječnokiselim proizvodima pomoću dva tipa kefirnih zrna (A i M), dvije vrste bifidobakterija (*Bifidobacterium bifidum* i *Bifidobacterium infants*), jednog soja *Lactobacillus acidophilus*, dvije vrste jogurtnih kultura, jednog soja *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* i jednog soja *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Nakon 48 sati skladištenja na odgovarajućim temperaturama sve ispitivane kulture pokazale su sposobnost smanjenja holesterola. Najmanje smanjenje uzrokovao je *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* 28,45%, a najveće kefirna kultura A 84,30%.

Smanjenje holesterola u fermentiranim mliječnim proizvodima pomoću jogurtnih kultura istraživao je Könyves (1996) i utvrdio da različiti sojevi *Str. salivarius* subsp. *thermophilus* i *LB. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* imaju visok stepen aktivnosti u smanjenju holesterola. Poslije pet dana skladištenja u industrijskom jogurtu procenat smanjenja se kretao od 42 do 73%, u kiseloj pavlaci od 45 do 76% i u ovčijem kiselom mlijeku od 47 do 80%, u zavisnosti od upotrebene kulture. Količina smanjenog holesterola kod svih ispitanih kultura se kretala: prvog dana od 0,59 do 37,05, drugog dana od 0,93 do 46,5 i petog dana od 2,92 do 78,16 mg/dl.

Uticaj mliječnokiselih bakterija na smanjenje holesterola u nekim fermentisanim napicima proučavali su Vujičić i sar. (1998b). Pri tome su ispitivali jedan soj *Bifidobacterium infantis*, dva soja *Bifidobacterium bifidum*, četiri soja *Lactobacillus acidophilus* i četiri soja *Lactobacillus helveticus*. Sve ispitane bifidobakterije, svi ispitani sojevi *L. acidophilus-a* i *L. helveticus-a* pokazali su sposobnost smanjenja sadržaja holesterola u fermentisanim napicima. Najveće smanjenje nakon 24 sata inkubacije utvrđeno je kod soja *L. helveticus-a* 2-33%, a najmanje kod *B. bifidum* 2-14%. Nakon 72 sata skladištenja na 5 °C najveće smanjenje je bilo kod *B. infantis* 42%, a najmanje kod *L. helveticus-a* 3-23%.

U literaturi postoji veoma malo radova o smanjenju holesterola u sirevima i kajmaku.

Mogućnost smanjenja sadržaja holesterola u sirevima tipa trapist, kačkavalj i dva varijeteta bijelog sira, ispitivali su Vujičić i sar. (1995b). Nakon 60 dana zrenja u trapistu se sadržaj holesterola smanjio za 45,41%, u kačkavalju 31,29%, a na kraju treće nedjelje zrenja bijelog sira smanjenje holesterola iznosilo je oko 31%.

Dodavanjem jogurtne kulture u mlijeko za proizvodnju njegušskog sira, Mirecki (1996) je uspio da smanji sadržaj holesterola u tom siru. Na početku

zrenja 100 g njegušskog sira sadržalo je 87,32 mg holesterola ili 3,75 mg/g masti., da bi na kraju zrenja sira, 45-og dana, sadržaj holesterola bio 75,63 mg/100 g ili 2,36 mg/g, što je za 29,99% manje od početnog sadržaja holesterola u mlijeku.

U sirevima trapistu i kačkavalju, proizvedenim u zrenjaninskoj mljekari "Mlekoprodukt", Vujičić i sar. (1996) uspjeli su da smanje sadržaj holesterola. U trapistu je poslije 14 dana zrenja holesterol smanjen za 35%, a poslije 60 dana za 45%. U kačkavalju je smanjenje bilo nešto niže i kretalo se od 11% 14-og, do 25 % 60-og dana zrenja.

Ispitujući mogućnost smanjenja holesterola u gaudi i belom mekom siru, mikrobiološkim putem, Vujičić i sar. (1998a) su utvrdili: u belom siru najveće smanjenje holesterola za prva 24 sata je bilo 43%, a najmanje 19%, u istom siru, nakon 21 dan zrenja, najveće smanjenje je bilo 55, a najmanje 33%, u gaudi je smanjenje holesterola nakon 24 sata zrenja bilo 46%, a nakon 60 dana 54%.

U istraživanjima smanjenja holesterola u kajmaku, Vujičić i sar. (1999) su utvrdili da je kontrolna serija kajmaka sa 57% mliječne masti sadržala u prosjeku 172,14 mg holesterola u 100g masti, a ogledni kajmak sa 49% mliječne masti, u koji su dodate maslačne kulture, 138,18 mg/100g. U kontrolnoj seriji kajmaka došlo je do smanjenja holesterola od 22,31%, a u oglednoj od 32,53%.

Ispitivanjem mogućnosti smanjenja holesterola u kajmaku dodavanjem mikroorganizama maslačne i jogurtne kulture Mirecki (1999) i Mirecki i sar. (2001) su utvrdili da je nakon zrenja kajmaka najveće smanjenje holesterola zabilježeno u uzorcima u koje je dodana jogurtna kultura. U odnosu na početnu količinu holesterola u ovčjem mlijeku koja je iznosila 28,58 mg/dl ili 4,48 mg/g masti, nakon 60 dana zrenja kajmak je sadržao 153,02 mg/100 g ili 2,08 mg/g masti, što je smanjenje od 53,26%. I maslačna kultura svojom aktivnošću je uzrokovala smanjenje holesterola za 48,23%, jer je na kraju zrenja kajmak sa maslačnom kulturom sadržao 170,95 mg/100 g ili 2,34 mg/g masti.

ZAKLJUČCI

Iz navedenih literaturnih podataka, kao i iz rezultata istraživanja sprovedenih u svijetu i kod nas, može se zaključiti:

- za smanjenje holesterola u mlijeku i mlječnim proizvodima mogu se koristiti fizičke, hemijske, biološke i mikrobiološke metode,
- fizičkim, hemijskim i biološkim metodama ostvareno je smanjenje holesterola u mlječnim proizvodima, ali je pri tome došlo do degradacije ili gubljenja pojedinih senzornih osobina proizvoda, a u pojedinim slučajevima i do nastanka nekih toksičnih nus-proizvoda,
- mikrobiološka metoda je jedina metoda kojom je ostvareno smanjenje holesterola u mlječnim proizvodima bez navedenih negativnih pojava.

Dalja ispitivanja bi trebalo usmjeriti ka usavršavanju mikrobiološke metode, tj. pronalaženju kultura i sojeva mikroorganizama koji bi dali najbolje rezultate u smanjenju holesterola.

LITERATURA

- Abuzeid ,N. A., (1992): New type of Domiat cheese of potential benefit to people with high blood cholesterol. *Journal of Dairy Research*, 59 (1) 89-94.
- Buck, L.M., Gilliland, S.E., (1994): Comparasion of freshly isolated strains of *Lactobacilus acidophilus* of human intestinal origin for ability to assimilate cholesterol during growth. *Journal of Dairy Sci.*, 77 (10) 2925-2933.
- Courregelonque, J., Maffrand, J. P., (1987):" Proces for eliminating cholesterol form a fatty material of animal origin and fatty material reduced in cholesterol obtained". EP.; 0256, 911, A₁.
- Danielson, A. D., Shahani,K.M., Peo, E. R., Jr., Whalen, P. J., Amer, M. A., (1987): Anticholesterolemic and antimicrobial properties of *Lactobacilus acidophilus* selectively isolated from porcine sources. *J. Dairy Sci.*, 70 (1) 82.
- Devečerski, M., Rafajlovski, S., Dakić, R.,(1981): Immunoprofilaksa, 6(8) 37- 41.
- Elinov, N. P., (1985): In proceedings of Simposium on Studies in Microorganisms Biomass for Nutrition. Puschino, 60-72.
- Gilliland, S. E., Nelson, C. R., Maxwell, C., (1985): Assimifation of cholesteroi by *L. acidophylus*. *Appl. Environm. Microbiol.*, 49 377-381.
- Gilliland, S. E. and Walker, D. K., (1990): Factors to consider when selecting a culture of *Lactobacillus acidophylus* as dietary adjunct to produce a hypoholesterolemic effect in humans. *J. Dairy Sci.*, 73 (4) 905-911.

- Grunewald, K. K., (1982): Serum cholesterol levels in rats fed skim milk fermented by *Lactobacillus acidophilus*. *J. Food Sci.*, 47 2078-2081.
- Grunewald, K. K., (1985): Influence of bacterial starter cultures on nutritional value of foods: effects of *Lactobacillus acidophilus* fermented milk on growth and serum cholesterol in laboratory animals. *Cult. Dairy Prod.*, 20 (7) 24-27.
- Harrison, V. C. and Peat, G., (1975): Serum cholesterol and bowel flora in the newborn. *J. Clin. Nutrition*, 28 1351-1355.
- Ishida, M. and Kubo, H., (1985): " Effects of yoghurt, kefir and buttermilk on serum lipids in rats". *Rpt. Miyagi Agric. Coll.*, 33 43-47.
- Jaspers, D. A., Massey, L. K., Luedecke, L. O., (1984): Effects of consuming yogurts prepared with three culture strains on human serum lipoproteins. *Journal of Food Sci.*, 49 (4).
- Könyves, T., (1993): Aktivnost kefirnih kultura u asimilaciji holesterola. Magistarski rad., Poljoprivredni fakultet - Novi Sad.
- Könyves, T., Vulić Mirjana, Vujičić, I. F., (1994): Mikrobiološko smanjenje holesterola u jogurtu. X Jubilarno savjetovanje, Aditivi u industriji mleka. Tehn. fak. Novi Sad. 10-11.
- Könyves, T., Vulić Mirjana, Vujičić, I. F., (1995,a): Mikrobiološko smanjenje holesterola u jogurtu i kiseloj pavlaci. VIII Kongres preventivne medicine Jugoslavije sa međunarodnim učešćem Beograd. 170-171.
- Könyves, T., Vulić Mirjana, Vujičić, I. F., (1995,b): Smanjenje holesterola u ovčijem mleku. II Jugoslovenski simpozijum prehrambenih tehnologa. Poljoprivredni fakultet Zemun. 150.
- Marshall, V. M., (1993): Starter cultures for milk fermentation and their characteristics. *Journal of Society of Dairy Technology*, 43 (2) 47-56.
- Mirecki, S., (1996): Sadržaj holesterola u kozjem njeguškom siru. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet Novi Sad.
- Mirecki, S., (1998): Mikrobiološko smanjenje holesterola u njeguškom siru. XII Savetovanje: Savremeni pravci razvoja u tehnologiji mlijeka. Prehrambena industrija, p. 76-79. Novi Sad.
- Mirecki, S., (1999): Mikrobiološko smanjenje holesterola u kajmaku i sličnim proizvodima. Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet Novi Sad.
- Mirecki, S., Vujičić, I.F., Antov, G., (2001): Uticaj aktivnosti jogurtne i maslačne kulture na sadržaj holesterola u skorupu. XV Savjetovanje: Savremeni pravci razvoja u tehnologiji mlijeka. Prehrambena industrija, 38-41. Novi Sad.
- Nielsen, J. W., Gilliland, S. E., (1985): Variations in cholesterol assimilation by individual strains of *Lactobacillus acidophilus* fermented milk on growth and serum cholesterol in laboratory animals. *Journal of Dairy Sci.*, 68 (Suppl.1), 83 (Abstr.).

- Oakenfull, D. G., Pearce, R. J., Sidhy, G. S., (1991): Low-cholesterol dairy products. *Australian Journal of Dairy Technology*, 46 (2) 110-112.
- Rao, D.R., Chawan, C.B., Pulusani, S.R., (1981): Influence of milk and *Thermophilus* milk on plasma cholesterol levels and hepatic cholesterol genesis in rats. *Journal of Dairy Sci.*, 46 1339-1341.
- Rašić, Lj. J., Vujičić, I. F., Škrinjar Marija, Vulić Mirjana (1992): Assimilation of cholesterol by some cultures of lactic acid bacteria and bifidobacteria, *Biotechnology Letters*, 14 (1) 39-44.
- Renner, E., (1983): *Milk and dairy products in human nutrition*. GmbH, Volks Wirtschaftlicher Verlag, Munchen.
- Schlimme, E., (1990): Removal of cholesterol from milk fat. *European Dairy Magazine*, (4), 12-21.
- Shukla, A., Bhaskar, A. R., Rizvi, S. S. H., Mulvaney, S. J., (1994): Physicochemical and rheological properties of butter made from supercritically fractionated milk fat. *Journal of Dairy Sci.*, 77 (1) 45-54.
- Sieber, R., Eyer, H., (1990): Cholesterinentfernung aus MilCHFett. *Milchw, Forschung*, 19 (2) 31-37.
- Trbojević, B., Stojanović, M., Todorović, J., Čurić, M., Obradović, D., Karić, A., Đorđević, M., (1993): Uticaj fermentisanog mlečnog napitka "Jogurt Plus" na nivo holesterola i triglicerida u krvnom serumu. IX Savetovanje Aditivi u tehnologiji mleka, Tehnološki fakultet Novi Sad. Zbornik sažetaka, 3.
- Vujičić, I. F., Vulić Mirjana, Könyves, T., (1992) : Mlečni proizvodi sa smanjenom količinom holesterola. *Mljekarstvo*, 1 61-68.
- Vujičić, I. F., Vulić Mirjana i Könyves T., (1993) : Uticaj nekih čimilaca na mikrobiološku redukciju holesterola u kefiru. IX Savetovanje "Aditivi u mleku", Tehnološki fakultet Novi Sad.
- Vujičić, I. F., Vulić Mirjana i Könyves T., (1993): Biotehnoški metodi smanjenja holesterola u mlečnim proizvodima. IX Savetovanje "Aditivi u mleku", Tehnološki fakultet Novi Sad.
- Vujičić, I. F., Vulić Mirjana i Könyves T., (1994) : Smanjenje holesterola u kefiru iz pavlake. X Jubilarno savetovanje Aditivi u tehnologiji mleka Novi Sad. 16-17.
- Vujičić, I. F., Vulić Mirjana i Könyves T. (1995): Aktivnost nekih kultura u smanjenju holesterola u kiselomlečnim proizvodima. VII Kongres mikrobiologa Jugoslavije. H. Novi.
- Vujičić, I. F., Škrinjar Marija, Vulić Mirjana, Könyves, T., Kureljušić, I., Mirecki, S., (1995): Decrease of cholesterol in some cheeses. 1-st Slovenian International Congress "Milk and Dairy Products" Portorož. 231-234.

- Vujičić, I. F., Škrinjar, Marija, Vulić, Mirjana, Könyves, T., Dimić, G., Kureljušić, I., (1995): Promjene sadržaja holesterola u sirevima trapistu i kačkavalju tokom zrenja. Savetovanje: Savremeni pravci razvoja u tehnologiji mleka. Zbornik radova. Tehnološki fakultet Novi Sad. 45-54.
- Vujičić, I. F., Könyves, T., Vulić, Mirjana, (1996): Variranje sadržaja holesterola u mleku. Savetovanje: Savremeni pravci razvoja u tehnologiji mleka. Zbornik radova. Tehnološki fakultet Novi Sad. 40-44.
- Vujičić, I. F., Vulić, Mirjana, Simić, Margita, (1998): Smanjenje holesterola u nekim fermentisanim napicima. Prehrambena industrija, 9 (3-4); 68-70.
- Vujičić, I. F., Mirjana, Vulić, Vukosav, Marija, Kureljušić, I., (1998): Mikrobiološko smanjenje holesterola u gaudi i belom mekom siru. Prehr. ind., 9 (3-4); 92-95.
- Vujičić, I. F., Mirjana, Vulić, Vukosav, Marija, (1999): Mikrobiološko smanjenje holesterola u kajmaku. Prehrambena industrija.
- West, D., W., Shand, J., H., (1991): Cholesterol ester hydrolasa activity in mammary tissue of lactating rat. Lipids, 26 (1) 31-36.

DECREASE OF CHOLESTEROL IN MILK PRODUCTS

by

Slavko Mirecki, Biotechnical institute, Podgorica

Summary

Modern way of life, particularly in urban environment, decreased body activity of people, the most efficient way of cholesterol surplus removing. Eating a milk product with high content of fat, without body exercise, acumulates cholesterol in organism. That is why, consumers give more and more advantage to milk products with low fat, low cholesterol and low energy content. But without milk fat, milk products don't have proper aroma, taste and texture.

So it is very important to find appropriate method for elimination or decrease of cholesterol in milk products and, in the same time, to save it's original aroma, taste and texture.

The aim of this paper is to present recent results obtained by using different methods for cholesterol decreasing in milk products.